

G I S / G P S を利用した空間認知解析の試み

著者	兼子 純, 村山 祐司, 森本 健弘, 久保 倫子, 丸山 美沙子
雑誌名	人文地理学研究
号	29
ページ	1-14
発行年	2005-03
その他のタイトル	Methods for the Spatial Cognition Analysis Using GIS and GPS
URL	http://hdl.handle.net/2241/00122238

GIS/GPSを利用した空間認知解析の試み

兼 子 純・村 山 祐 司・森 本 健 弘
久 保 倫 子*・丸 山 美沙子*

- | | |
|------------------|--------------|
| I はじめに | III 実験の結果と考察 |
| II 実験の課題と手順 | III-1 距離認知 |
| II-1 実験課題の設定 | III-2 方角認知 |
| II-2 データの収集と使用機材 | III-3 高度認知 |
| | IV おわりに |

キーワード：GIS, GPS, 空間認知, 野外実習

I はじめに

GISの普及は、空間的なデータの利用を容易にした。しかし人びとが環境をどのように認知して行動するかについては、個人差や測定方法、認知の種類によりデータの作成方法が多様であることから、定量的なデータを簡便に確保することが困難であった。しかし近年におけるGPS（全地球測位システム）の急速な技術革新、小型化や低価格化により、入手が困難であった時間的・空間的な行動データを同時にかつ迅速に取得することが可能になっている。GPSを用いることで、個人が空間をどのように認知するのかということについて時空間データを入手し、それをGISアプリケーションに取り込むことで、可視化とともに空間分析を行うことができる。

空間認知・行動を対象とした実験のGISおよびGPSの技術を援用する効果には、まず実験記録の入力作業における省力化が挙げられる。単なる作業の省力化にとどまらず、GPSを利用することによって実験実施に係わる人々が記録作業に労力を費やさず実験に集中できる。次に、結果表示が即時的に可能になる。従来の調査方法では、実験中の記録作業、実験後のデータ入力、データ整理、その後抽出できそうな要因を検討して図化するという一連の作業を実施する必要がある。実験期間が長期間に及んでいた。また被験者が多い場合、入力や記録作業が複雑になる上、実験の準備に多大な労力と時間が必要となる。この点でGIS/GPSの技術を用いることで、データの取り込みや結果の表示を瞬時に行うことができ、また被験者の人数にも影響されることはない。また本稿で対象とするような大学教育での実習の際に、結果表示の即時性によって、参加学生が自らの発見、考察をもとに実験期間中に結果や手法を議論できる。その結果、学生自身が新たな課題を臨機応変に提起できる。

* 生命環境科学研究科大学院生

本報告は、複雑な構造をもつ都市空間の中で、人間が距離、方角、高度をどのように認知するのかについて定量的に把握する手法を検討し、その要因を分析することにある。距離認知を対象とした実験では、人間が距離をどのように認知するかについて、認知における景観の利用と、被験者間の差はどうして生じるのかという視点から考察する。方向認知では、都市内を歩行することで、どのように方角を認知しているのか、また目的の方角に到達するためにどのようなルートを選択するのかを探索した。高度認知の実験では、人間が微地形などによる高低差をどのように認知するのかを検討した。

II 実験の課題と手順

II-1 実験課題の設定

本実験は、筑波大学大学院生命環境科学研究科「空間情報科学実験」の一環として実施された。野外でのデータ取得は2004年7月15日～17日、室内作業は2004年7月20日～21日に実施した。被験者は7名の大学院生である。

空間に対する認知を距離、方向、および高度の側面から検討するために、それぞれに対して以下の課題を設定した。距離認知では、JR新宿駅西口を始点、そこから約6 km西方に位置する東京メトロ丸の内線阿佐ヶ谷駅を終点とする経路を設定した。被験者は一人ずつその間を歩行しながら、自身が500m歩いたと認識する地点をGPS受信機で記録する作業を、終点まで連続して実施した。歩測を行わず、周囲の景観から距離を推測することを条件とした。結果から距離認知の個人差や、それに影響する要因を検討した。

方向認知に関しては、被験者があらかじめ設定した方角に対して一定時間歩行した後、どれだけ設定方角とずれた位置にいるのかを把握した。歩行距離や歩行速度、経路は被験者の自由であるが、実験中に地図をみせない。この実験の結果から方角認知の個人差や、方角認知に影響を与える諸条件について考察した。

高度の認知では、JR東中野駅から東京メトロ丸の内線中野坂上駅までの約1 km間を歩行し、各被験者が認識した全行程の高低差を目的地到着後に筆記させた。歩行中にメモを取らないことを条件とし、高度認知の正確性、およびそれに影響を与える要因について分析した。

II-2 データの収集と使用機材

野外実習では前述の目的を達成するため、被験者の歩行データを記録した。本実験で利用したGPS受信機では、通常のハンディ型受信機と同様にトラックデータとウェイポイントデータを取得できる。トラックデータとは受信機が自動的に間隔をおいて記録するデータであり、受信機を持って移動すればその移動経路に沿った一連の点として取得される。一方、ウェイポイントデータとは所持者が特定の位置を記録するために受信機を操作して記録するデータである。これらにより、被験者が移動した経緯度、標高、時刻そして速度を記録する。

収集したデータは、野外でのデータ取得当日にパーソナルコンピュータ（以下、PC）に取り込み¹⁾、

ソフトウェア「カシミール3D」を用いて可視化し、被験者全員でその結果について議論した上で、それを次の実験に反映させた。室内実験では、データを全員で共有した上で、各自が分析に取り組んだ。

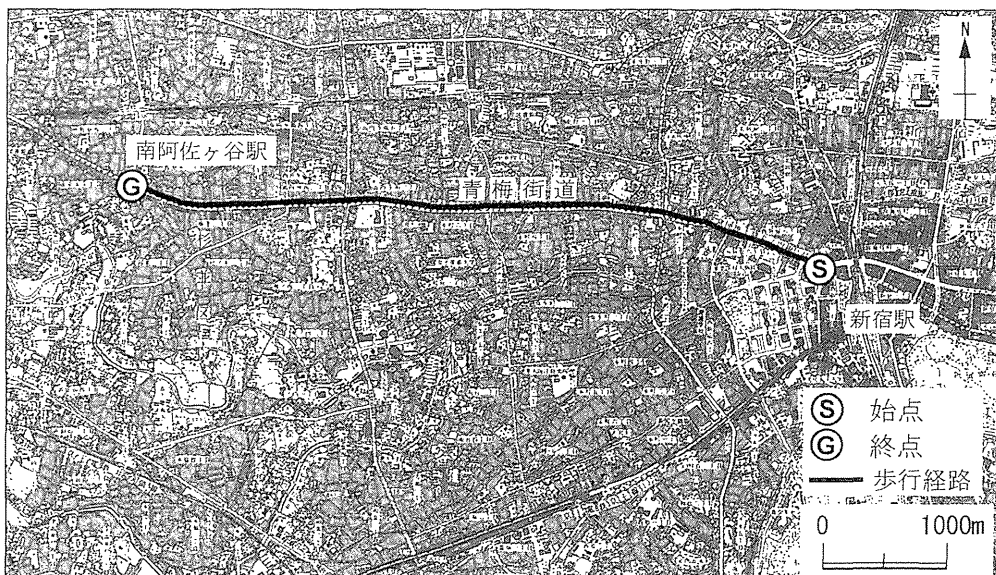
なお経路の検討は、GPS電波の受信状況によるデータの欠損や大きな誤差について、手作業で修正を加えてから行った。高度認知の分析に際しては、今回用いたGPS受信機の高度データは十分な精度がないため用いなかった。このため数値地図25000（空間データ基盤）のデータをもとに、歩行経路の地形断面図を作成し、それに被験者の高度認知の記録を重ね合わせて比較・検討した。

Ⅲ 実験の結果と考察

Ⅲ－１ 距離認知

1) 対象地域の概要

距離認知に関する実験の対象地域（第1図）は、新宿駅西口から青梅街道を西方へ向かい、新宿区・中野区・杉並区を経由する地域で、出発地の新宿駅周辺は、青梅街道と甲州街道に挟まれた地区に超高層建築物群が集中する。この地区では、街路樹が一定の間隔をおいて植樹され、歩道が広い見通しがよい。また建物の一階部分にコンビニエンス・ストアが多く見られる。このような地区が1 kmほど続くと、青梅街道は1 kmに及ぶ緩やかな曲線を描いて西方に約1.2kmの直線的な区間に入る。周辺の建物群は超高層から高層・中高層へと変化し、沿線の景観が大きく変化する。中野区に入ると、主に商業地区が卓越し、道路状況は沿線の街路樹が密で歩道幅が狭くなり、さらに商店街では人通りが多くなるために遠方を見渡しにくい地区になる。続いて高円寺から南阿佐ヶ谷にかけて、住宅地と商業地が中心となる。東高円寺駅付近ではアーケード²⁾が、高円寺陸橋付近に



第1図 500m距離認知の実験対象地域

（国土地理院2.5万分の1地形図「東京西部」に筆者加筆）

は学校や公共施設・寺院などがみられる。この近辺では、青梅街道は常に緩やかな曲線を描いており、街路樹が密で視界をふさいでいる。住宅や商店の中に、警察署や役所などの公共施設がみられる。とくに、南阿佐ヶ谷駅の周辺に近づくと、杉並区役所や杉並警察署・杉並郵便局などの公共施設が多く立地している。南阿佐ヶ谷駅を過ぎると、勾配のゆるやかな曲線があり、JR中央本線と立体交差する。

2) 500mの距離認知

本課題では、上記の道路沿いを被験者にGPS受信機を所持して歩行させ、自らの距離感で500m歩いたと感じる地点ごとにその位置をGPS受信機のウェイポイントとして記録させた。被験者には歩行中に地図およびGPS受信機の距離表示を見ないように指示した。また他の被験者が視野に入りにくいように各被験者の出発間隔を十分にあけた。

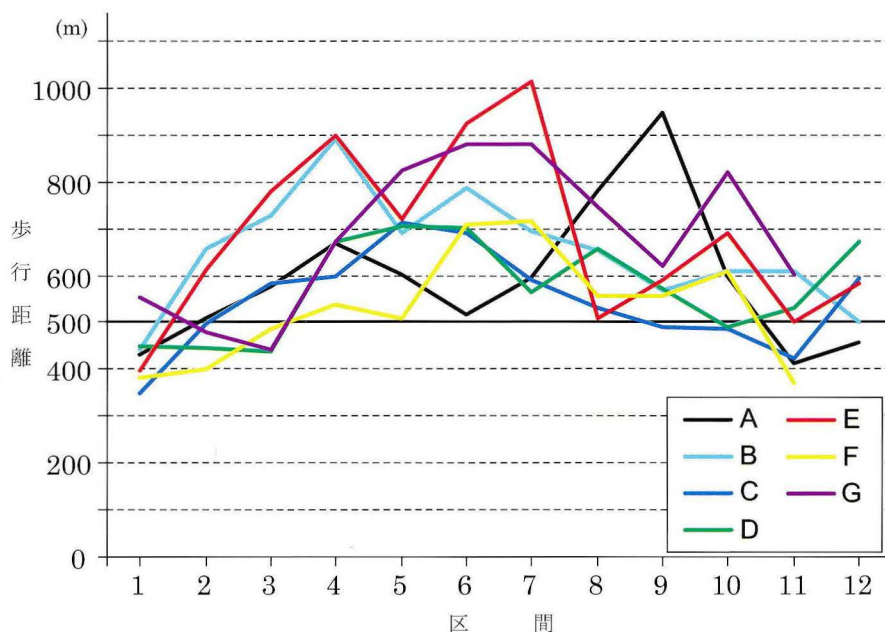
全員の歩行が終了した後、GPS受信機からデータをPCへ取り込んで、被験者の歩行距離データを作成した。この作業にはフリーソフトウェアのカシミール3Dを有効に用いた。カシミール3Dは、GPS受信機とデータをやりとりする通信機能、地図画像上に移動軌跡を図示したりウェイポイントの位置をアイコンで示したりする可視化機能、そして任意の地点間の距離、移動速度、高度差、および方位等を算定し可視化する機能を有し、GPSデータをPCで検討する上で重要な役割を果たす。

今回の課題ではまず、数値地図25000地図画像の上に、各被験者が歩行した軌跡と記録したウェイポイントを表示した。次に被験者の歩行距離を、一つのウェイポイントと次のウェイポイントの間（以下ではこれを区間と呼ぶ）の軌跡の長さとして、カシミール3Dにより求めた。出発点から終点まで区間別の歩行距離を求め、それを表計算ソフトに入力し、被験者全員の歩行距離データを一つのファイルとして作成した。このファイルを参加者全員が利用して、歩行における距離の認知について検討した。なお測位誤差に起因する軌跡の乱れは、軌跡の長さに誤りを生じるため、手作業で修正した。

以上のように、GPSを利用することにより、距離認知検討の基礎データとなる実際の歩行距離を容易かつ迅速に取得することができる。もしGPS機器がなければ、このようなデータを取得するには、被験者には地図を見せられないので、被験者1人に記録者1人が付き従い、被験者の歩行経路と、指定距離を歩いたことを被験者が認知した地点とを紙地図に記録しなければならず、人手と時間を必要とする。

歩行距離データは、グラフ化（第2図）等を通じて検討した。被験者全員の実際の歩行距離の推移を、折れ線でプロットすると山なりのグラフとなった。出発直後の区間では歩行距離が500mを下回る者が多数だが、第2区間から500mを超える被験者が増え、第4区間から第10区間まではほぼ全員の歩行距離が500mを上回った。そして最後の第11、12区間では歩行距離500m未満の被験者が再び増えた。つまり歩行における距離の認知には、初め比較的正確だが、すぐに実際の歩行距離より短めに認知し、結果として指定距離よりも長めに歩く方に悪化してその傾向が持続し、終点近くで若干改善するという傾向を認めることができた。

実験の参加者は、データの表す傾向や個人差をこうして視覚的に確認しつつ、それらの要因、あ



第2図 500m距離認知実験における各被験者の区間別歩行距離
(GPSデータから作成)

るいは実験手法について、時間をおかずに検討することができる。実験の直後にデータを作成して即座に検討を加えることも十分可能なのである。記憶の新鮮なうちに具体的データを題材に検討が行えることは、よりの確な解釈や手法改善をもたらすだろう。こうした利点を、GPS/GISの利用によって得られる。以下では距離認知に現れる傾向や個人差について、実験の際の参加者同士での議論と参加者の提出したレポートに基づき、若干の検討を加える。

各被験者の認知方法であるが、Aは最初に目視によって500mを推測して、目標建築物を定めて歩き始め、そこに到達すると再度同じ作業を繰り返した。Bは、信号機間の距離を推測し、信号機間距離の合計によって500mを測定した。また、500mと推測する地点から背後を振り返り距離の再確認を行った。Fは、見通しの利く区間では、500mを目視しようと試みながら歩行した。しかし日常生活において、500mは意識しにくい距離であり、500mという感覚がつかみにくいと考えた結果、感覚のつかみやすい100mごとに距離を測定する方法に切り替えた。Fは他の被験者と比較して、最も正確性が高い結果となり、最長の区間は717mで被験者中最短の値であった。Gは、見通しの良い区間では街道の先を見渡し、おおよそ500mだと思う地点まで歩行する方法を採用した。しかし新宿駅周辺では、ビルの一階部分にはコンビニエンス・ストアが多くあったことから、店舗を目印としてその間の距離を推測し、500mを測定する方法に切り替えた。しかし、商業地に入ると、コンビニエンス・ストアが減少し、目安として用いることが困難になったため、被験者B同様、信号機間の距離を目測して加算していく方法に切り替えた。

次に、各被験者の認知方法の違いによる500mの認知結果の差異の要因を考察する。上述のように、初期には歩行距離は指定した距離³⁾より短い、次第に歩行距離が500mを超え、最後には再び短く

なるという傾向がみられた。この現象は、若林（1999）が「都市内の認知距離は、一般に実際の距離よりも過大評価される」と指摘する行動地理学において確認されている傾向と単純には一致しない。しかし、初期の区間において実距離よりも歩行距離が短い傾向を示したことは興味深い。この要因として、始点付近の道路状況が考えられる。つまり、始点付近の景観は超高層ビル群で見通しが良好なため目標物を見つけやすい反面、青梅街道がカーブを描く地点であったため、実距離よりも過大評価したためではないか⁴⁾。さらに、中間区間での歩行距離の過大は、景観的な要因によるところが大きいと考えられる。先述のとおり、商業地に入ってから街路樹が生い茂り視界を塞ぐ上、幅員の狭くなった道路に中層建築物が並ぶため、超高層ビル群の景観と比較して、遠くが見渡せず視界が狭くなりやすいためである。さらに、商店街歩行者によって道を塞がれることも正確さを欠く要因となる。

認知される距離が経路距離⁵⁾である場合には、その経路上にある結合結節点が大きな問題になるとされている。つまり、信号機や停止標識などの結合結節点の数が増大するほど目的地への到着時間を増大させ、また増大するイメージを持たせるため、空間的行動の抵抗として働き、認知距離を増大させる要因となることが指摘されている。今回の実験では、被験者B・Gが信号機という結合結節点をもとに距離を認知していたが、実距離よりも歩行距離が長くなる、いかえれば、歩行距離を短めに見積もる結果になった。また、Pocock（1978）は、「終点が魅力的であるほど、そこへの認知距離は相対的に短くなる」という仮説を立て、報酬仮説（reward hypothesis）と名づけた。終点である南阿佐ヶ谷駅は各被験者にとって馴染みがなく魅力的な場所であったとは考えにくい。さらに南阿佐ヶ谷駅は地下鉄駅であり、ランドマークとなりにくかったことも要因として考えられる。関心の高い場所やよく訪れる場所は短く認知されることも指摘されているため、ほぼ全員が初めて訪れ歩いたこの場所においては、実距離よりも長く認識するであろうことも理解できる。

3）100mの距離認知

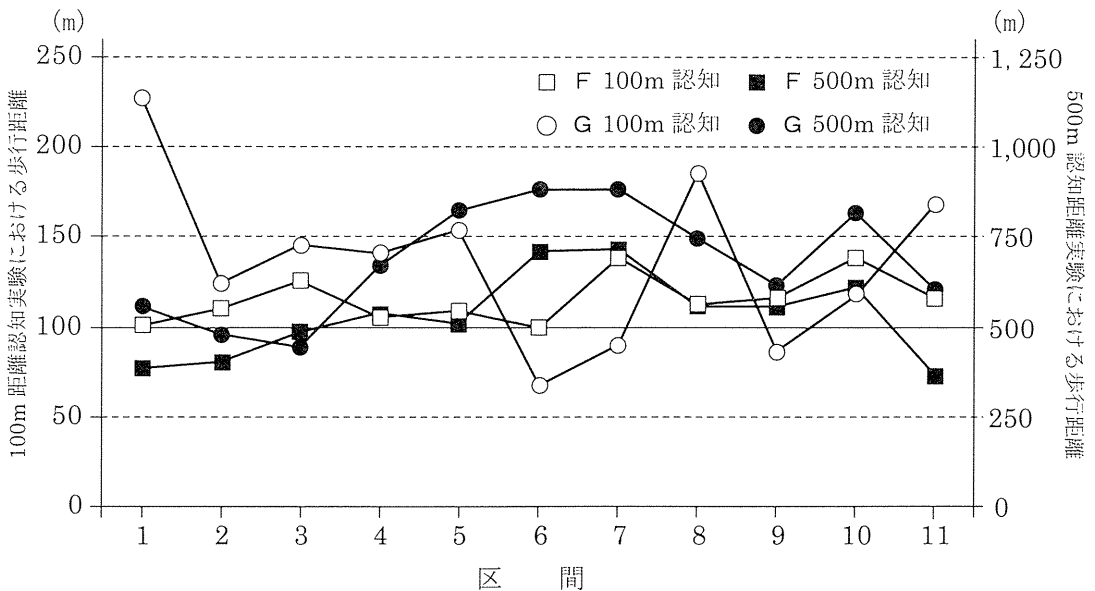
前項では500mの距離認知の実験を行ったが、500mという距離は日常生活ではあまり意識しない距離である。500m先のものがどのように見えるのかという目視のために必要な感覚は、実際には判別しづらいものといえる。前項の実験終了後のミーティングにおいて、多数の被験者が目視の距離として100mもしくは200mを採用していたことが明らかになった。ここで100mという距離は、500mよりも推測しやすいという仮説を設定した。500mと比較して短距離である100mの目視は容易であり、距離の認知は比較的正確にできることが予想される。しかし、100mの目視を重ねた結果として、500mの認知が正確に行われていないということは、前項の分析から明らかである。

このような結果に直面し、各被験者の100mの距離認知は、どれほど正確なものであるのかという課題が実験中に提示された。100mは正しく認知できているにもかかわらず、それを5回重ねるうちに誤差が生じるのであろうか。そもそも、100mの距離認知が不正確なのであろうか。さらに、前項の分析で明らかにした区間による傾向は、認知すべき距離が100mになっても現れるものなのであろうか。また、500mの距離認知の実験では、被験者GとFの距離認知には大きな差異が見られたが、このような差異は100mという短い距離認知においても現れるのであろうか。

前述の疑問点を確かめるために、100mを一区間とした距離認知の実験を被験者GとFにより実施した。500mの距離認知実験と比較検討することを考慮し、本実験の対象地域は、できるだけ直線的な大通りとし、都営地下鉄大江戸線麻布十番駅から桜田通りに沿って南下し、白金高輪駅を目指す経路を選択した。通りの状況を説明すると、桜田通りは道路の幅員が広く、通りに面して高層ビルが立ち並んでおり、東側に首都高速道路が併走している。また、通りは進行方向に向かって右に緩やかなカーブを描いていることから、道幅に比して遠距離の見通しが良くない。歩道は広く、街路樹は少ない。全区間に渡ってこのような景観が連続しており、区間中の信号機は6ヶ所にとどまる。区間数は500mのときと同様に12区間に設定し、全行程は1.2kmである。目標地点である白金高輪駅まではおよそ1.5kmであり、実験区間よりも遠方に位置している。

実験結果を第3図に示した。100mとの実験結果を比較するために500mの実験結果を5分の1に縮小して示している。前述の500m距離認知実験での被験者FとGの平均距離は、それぞれ530mと684mであり、両者とも全体としては500mを過小に評価する傾向を示しているが、被験者Gの歩行距離がより長くなる傾向にある。100mの距離認知実験では、被験者Fについての最長距離は139m、平均距離は114m、被験者Gについての最長距離は228m、平均距離は137mという結果となった。

次に、各区間において認知した距離に注目する。被験者Gは、500m認知と同様に、全体的に歩行距離が長くなる傾向がある。被験者Gの100mにおける歩行距離は非常にばらつきが大きく、500mの距離認知結果から分析したような、最初の区間と目標地点を確認した後の歩行距離が短くなるという仮定は成立しない。この結果の理由として、被験者Gの距離認知の方法が挙げられる。Gは自分の距離認知が長いことを500m距離認知実験により意識しており、500m距離認知の際には信号機を基準としていた認知が正確ではなかったため、今回は基準とはして採用しなかった。本実験にお



第3図 被験者F、Gの100mおよび500m距離認知実験における区間別歩行距離
(GPSデータから作成)

いては、Gは看板やビルなど、100m先にあると思われる対象物をまず決定し、そこまで歩くという作業を繰り返した。設定された距離を一度の認知で確定しようという認知方法が影響して、Gは全体的に過大評価する傾向を示した。また、Gは区間ごとに距離認知の補正を行い、ある区間の距離認知が実距離よりもオーバーしていると感じた場合、次の区間では短くしようとする認知を試みていた。このような認知の方法により、被験者Gの100m距離認知はばらつきが大きく表れたと推測できる。

被験者Fについては、距離認知のばらつきが比較的小さい。認知の方法として、被験者Fは目に付いたもののまですべて何mであるかを予測し、それを何回か繰り返すことで100mを認知していた。被験者Gとの方法の違いにより、ばらつきが少なくなったものと思われる。到着地点である白金高輪駅を確認したあとの区間12では、それまでの区間に比べて歩行距離が短くなっている。これは、到着地点を確認したことにより、自らの距離が短かったことを意識したためと考えられる。第3図をみると、500mの距離認知実験と異なり、被験者GとFに共通する傾向は確認できない。しかしながら、Fのみに注目すると、区間1と区間12の歩行距離が短く、中間区間である区間7と区間10で最高距離になっており、500mと100mの結果は類似した傾向を示している。被験者Fの事例で示された、最初と最後の区間の距離認知が長くなり、中間区間は短くなるという傾向は500mの距離認知と同様であり、これらの点に関して、500mの距離認知における仮説が正しいといえよう。

本実験では、距離の長短に関わらず、個人としての認知の傾向が存在することを明らかにした。また、500mの距離認知によって、自らの歩行距離が実距離よりも長いという傾向を被験者本人が確認したにもかかわらず、本実験における被験者FとGの歩行距離が依然として長いことから、距離認知を直ちに補正することは困難であることを示していると考えられる。

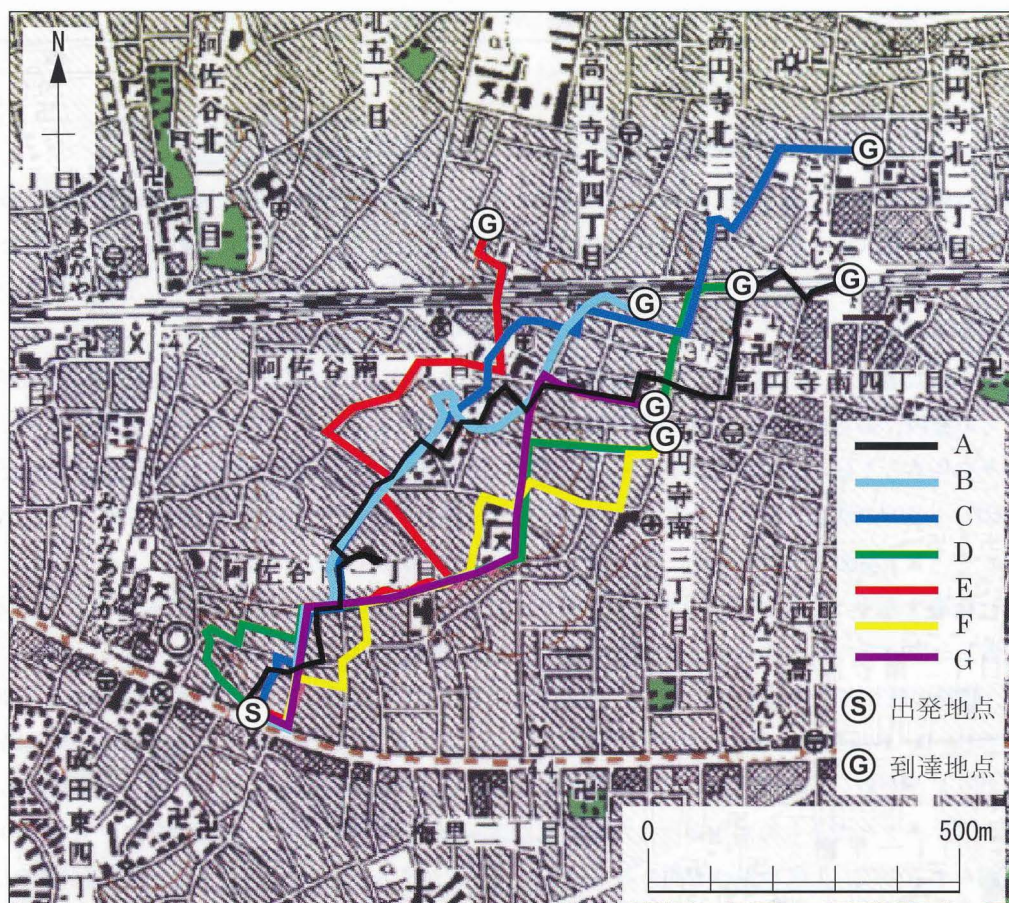
Ⅲ－2 方角認知

1) 対象地域の概要

本実験の対象地域（第4図）は、杉並区役所の東に位置し、北をJR中央線、南を青梅街道に挟まれた地域である。青梅街道沿いには高層のビルが建ち並んでいるが、その北側の街区は低層住宅地となっており、多くの道路が自動車一台分ほどの幅である。住宅地の道路は、青梅街道近くではほぼ南北方向と東西方向に交差しているが、北側のJR中央線に近づくほど時計回りの方向に歪んでおり、阿佐ヶ谷駅に近いほどその歪みは大きい。また、行き止まりとなっている道路が数多くあり、道路幅の狭さと住宅の密集のために見通しは悪い。

2) 方角認知の要因

本実験では、歩行時の方角認知の傾向を探る。東京メトロ丸の内線南阿佐ヶ谷駅南方の青梅街道沿いの交差点からGPS受信機を持って出発して、15分後に出発地点からみて北東の方角に到達するように歩行することを条件とした。距離や速度、経路は各被験者の自由とした。被験者は、出発前に1万分の1地形図によって対象地域の道路形態や、北東方向に高円寺駅や小学校があることを確認するが、実験中地図をみてはいけな。出発地点から北東方向には、ランドマークとなる建物は確認されない。このような条件の下で、被験者がどのような方法で経路を選択し、北東方向を認知



第4図 方角認知実験における各被験者の歩行経路
(GPSデータからカシミール3Dを用いて作成)

するかを検討した。実験時の天候は晴天、開始時刻は14時頃であり、太陽は南西方向に位置していた。

全員の歩行が終了した後、同じくカシミール3Dを用いてGPS受信機からデータをPCへ取り込み、検討対象となるデータを作成した。すなわち、まず数値地図25000地図画像の上に各被験者の移動の軌跡および15分後の到達地点を表示した。この軌跡の形態、およびカシミール3Dが算定する移動速度から、実際の歩行経路や歩行の速さの相対的な変化を検討することができた。また、出発地点と到達地点を結ぶ線分の方位をカシミール3Dで測ることによって、個々の被験者の歩行が指定した方角からどれだけずれたのかを測定することができた。なお測位誤差による軌跡の乱れは地図画像を参照して手作業で修正した。

距離認知の課題と同じく、GPSの利用が、方角認知を検討する実際の歩行経路データの取得を容易かつ迅速にした。GPS機器がなければ、こうしたデータを得るには、記録者が被験者の後をついて、歩行経路を地図上に記録しつつ歩く必要がある。データは地図上への表示（第4図）および表（第1表）などを通じて、時間をおかず検討することができる。地図からは、到達地点の方位には多くの被験者において大きな誤差がなかったこと、経路の選定には被験者に共通する部分と被験者ご

第1表 方角認知実験における各被験者の終点の角度

	A	B	C	D	E	F	G
角度 (°)	41.9	44.6	48.0	50.2	26.4	55.4	50.4

(GPSデータからカシミール3Dを用いて作成)

とにばらばらの部分があること、指定時間の間に歩行した距離すなわち歩行速度には個人差があったことが読みとれる。表からは、方位の角度差が1人の被験者を除いてはほぼ10度以内に入ったことがわかる。地図からはその誤差が、道路形態（道路の方向、交差道路の多さ）に左右されたことがうかがえる。

実験の参加者は、この実験においても、結果に表れた傾向および個人差を視覚的に捉えながら、それらの要因、あるいは実験手法の改善点等について検討することができた。実験直後にこうしたデータを作ることは十分可能であり、そうすれば、より具体的で確かな解釈や手法改善が可能だろう。GPS・GISの活用はこうした利点をもっている。以下では結果にみられた傾向や個人差、その要因について、参加者間での議論と提出されたレポートに基づき検討を加える。

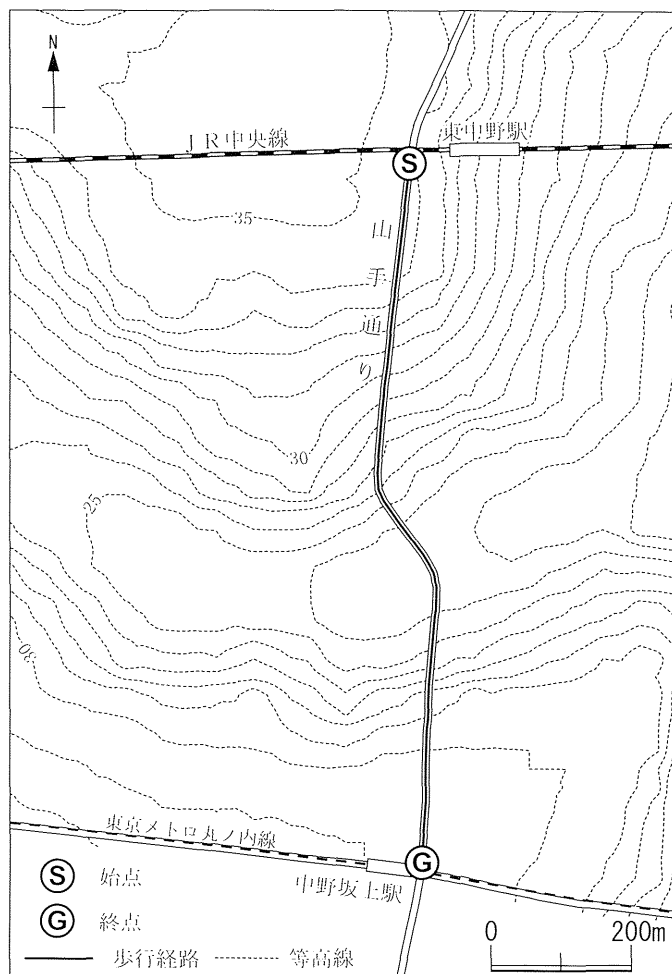
歩行経路をみると、被験者全員が右左折を繰り返しながら歩いたことがわかる。角度を見ると、被験者Eを除いて、45° から55° の範囲にあり、方角認知は概ね正確であったといえる。しかしながら、経路の取り方に個人差が見られる。被験者AとFは頻繁に屈曲を繰り返す経路をとった。逆に、被験者B、D、Gは可能な限り直線的な経路を進んだ。行き止まりの道に入り込み道に迷って経路を戻ったりしたため、ループを描くなどの結果もみられる。本実験においては、見通しが悪く、しかもランドマークとなるものがなかったため、道に迷った時、自分がどちらの方角を向いているのかの判断をするのに、太陽や影の方向を基準にした被験者が7人中5人と多かった。被験者FとGは、それらを利用しなかった。

総合すると、方角認知のためには以下の点が重要となる。それは、①目的とする方角でのランドマークとなるものの存在、②直線的な経路の判断、③目的の方角と環境条件（太陽や影など）との位置関係、である。本実験の対象地域では、明確なランドマークとなる高層建築物が周囲に存在せず、また、多くの被験者が北東方向には高円寺駅があると意識していた。しかしながら高円寺駅は実際には東北東の方角にあったため、多くの被験者の終了地点が北東よりも東へずれる結果になった。被験者はできるだけ直線的な北または東への道路を選択して進んだが、これには個人差があり、行き止まりの道路によって方角を見失うと修正を行うことはやや困難である。以上のように、被験者の方角認知は道路網の形態やランドマークなどの景観の影響を強く受けたことが明らかとなった。

Ⅲ－3 高度認知

1) 対象地域の概要

高度認知実験は山手通りの、JR中央線東中野駅前地点から東京メトロ丸の内線中野坂上駅に至るおよそ1 km弱の区間で実施した（第5図）。山手通りは幅員が広く、通りに面してビルが立ち並んでいる。実施区間は街路樹が少ないが、前半の歩道はやや狭い。道が前半では東側に後半では西側

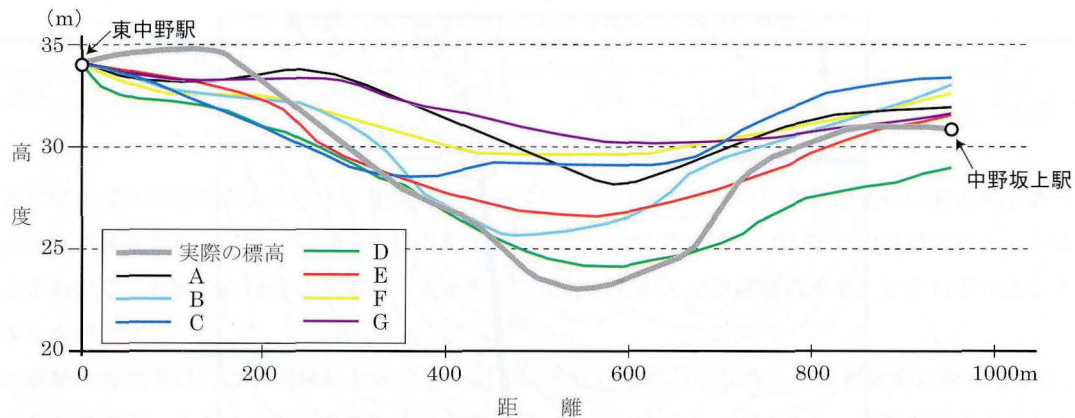


第5図 高度認知実験における経路
(「数値地図25000 (空間データ基盤) 中野区」により作成)

にカーブしているために、遠方の見通しは悪い。実験区間の最高地点は34m、最低地点は23mであり、高度差は約12mである。最低地点は行程のほぼ中央で、対象地域は谷地形である。出発地点からおよそ150mの地点までは1mほど緩やかに下り⁶⁾、その後は550m付近まで急激な下りが続く。850m地点までは前半の下りとほぼ同じ割合で上り高度は31mになり、最後の100mは比較的平坦な行程である。この実験では、被験者が後方を振り返り自分の歩行した経路を確認することを認めたが、区間を歩行中に高低を記録することは禁じ、中野坂上駅到着後に自分の認知に基づいて高低図を作成した。

2) 高度認知の要因

各被験者の実験結果を第6図に示す。まず被験者全員が、最初から下り坂であると認識している。被験者Aのみが下った後にわずかな上りであったと認知している。急激に下った後に平坦な行程であったと認知している被験者が多い。最低地点までの認知距離は被験者Cを除いて、実際の最低地



第6図 各被験者の高度認知
 (「数値地図25000 (空間データ基盤) 中野区」および各被験者の記録データにより作成)

点の位置とはほぼ一致していた。しかしながら、最低地点の高度認知には被験者によって大きな差が見られ、被験者DとGには6 mの差があった。被験者全員が始点よりも終点の高度を低いと認知しており、この点に関してはほぼ正確であった。しかし、最後の100m間を平坦であると認知した被験者は皆無であり、被験者AとCが比較的緩やかな上りであると認知している。これは直前の急激な上り坂の印象が強く影響していると考えられる。

次に、各被験者の認知方法について説明する。最低地点に注目すると、被験者Bの最低地点の認知は約26mであり、被験者の中では最も正確に認知している。被験者Bは高度認知の方法として、実験中に定期的に後方を確認するとともに下敷きを用いた目測を行い、自分がどれくらい下ってきたのかを測定した。多数の被験者が後ろを振り返り認知を行ったが、道具を用いた目測を行ったのは被験者Bのみであった。このことが比較的正確な高度認知を行えたことと関係している。

一方、最低地点の高度を一番高く認知しているのは被験者Gの30mである。また、被験者Fの認知も約29mであり、ほぼ同様の結果である。被験者Gと被験者Fは、本実験中に後方を確認することはほとんどなかった。このため、彼らの認知は前方や周囲の景観のみを判断材料として推測したため急激な高低差については認知できているが、その高度差を過小に評価しているという結果になった。

本実験の結果として第一に、始点と終点を比較する高度認知は正確であること、第二に、最低地点の位置の認知は正確であること、また第三に、高低の認知は視覚的な情報に大きく左右されることを指摘できる。何m上下したかという絶対的な高度認知については個人差が非常に大きい。始点を基準とした相対的な高低差の認識はほとんどの被験者が正確に判断できた。

この実験では、結果的にGPSデータは使えなかった。しかし、高度をより正確に記録可能なGPS受信機⁷⁾を用いれば、高度認知の実験に活かすことができよう。たとえば被験者に、あらかじめ指定した標高に到達したと認知した地点をGPS受信機で記録させれば、その地点の位置と実際の標高をデータとして取得できるため、高度の認知を反映する定量的データを容易に入手し可視化・検討することができる。実験手法および結果検討において、大きなメリットを手にする事ができよう。

Ⅳ お わ り に

本報告では、都市空間における距離、方角そして高度の認知に関して、GIS/GPSの利用によりデータの取得と解析の手法を検討するとともに、空間認知の要因について分析を試みた。個人による都市内部の空間認知という、定量的なデータを入手することが困難な条件に対して、本実験では既存の分析で用いられた定性的な分析よりも、GIS/GPSの手法を用いることで定量的かつ現実に即したデータを効率的かつ迅速に確保することが可能なことを示した。分析の結果、以下の知見が得られた。距離の認知実験では、実験区間の最初と最後において比較的正确な認知傾向を示すのに対して、中間地点では各被験者とも歩行距離を過小評価する傾向にあった。高層ビルやコンビニエンス・ストア、信号機といった都市的な景観要素の利用の仕方によって距離認知に差違がみられた。方角の認知実験では、目的とする方角に対するランドマークの存在、太陽や影などの自然条件が認知に影響することが明らかにされた。高度認知では、経路の視覚的要素が、正確な高低差判断に影響を与えることがわかった。

一方、大学の実習におけるGIS/GPSの利用について、以下の長所を指摘したい。それは、実習期間に入手したデータを即時に可視化し取り扱えることから、実験結果を現地でディスカッションすることが可能になり、参加学生の問題意識を高めることである。今回の実験においても、500m認知実験の結果を実験当日に可視化し分析して議論したことにより、学生自らが100mでの認知実験の仮説を設定して実験を実施したことは注目に値する。GIS/GPSの利用が、効率性や作業時間短縮などの単なる「便利さ」ととどまらず、学生の問題意識を高める効果を持つ。今回は距離・方角・高度に関する空間認知を分析したが、被験者の年齢、性別、調査地に対する事前知識による認知の差異についても、GIS/GPSを利用することで分析が可能である。

最後に今後の課題について触れたい。高度認知実験におけるGPS受信機の精度の問題にあるように、機材の性能が向上することによってさらに高度な分析手法の開発が可能になるであろう。また事前に対象地域の状況をGISで分析して実習に臨むことで、分析の一層の深化を期待できる。

本稿を作成するにあたり、著者ら以外に本実験に参加した伊藤栄介、Moses Murimi Ngigi、趙 耀龍、小島大輔および小林達也各氏のデータを利用させてもらうとともに、レポートを参考にさせていただいた。記して感謝申し上げる。

注

- 1) 野外での実験中は、GPSの結果表示を行わないという前提条件を設定した。
- 2) ここでのアーケードとは、商店の主に2階部分から道路に向かって張り出している屋根型のものをさす。被験者は、高円寺付近でアーケード付の商店街を通過した。遠方を見渡す際に、視界をさえぎり、距離の認知を困難にしている。
- 3) 岡本（2000）では、客観的な距離を『実距離』、

人が実距離を認知して把握している距離を『認知距離』と定義している。実距離の中には物理距離（直線距離と経路距離）と機能距離（時間距離）があり、認知距離の中にも、認知された物理距離と認知された機能距離がある。認知距離は、地理的空間上の距離であり、「地理的空間の構造や人々の空間行動などの地理的事象と深く結びついており、認知距離研究が地理学において研究されるべき大きな理由と

- なっている。」(岡本 2000)
- 4) 「曲がりくねった経路は、実際の道のりよりも過大評価される」(若林 1999)
- 5) 注2) 参照.
- 6) 数値地図25000を利用して作成した標高図(第6

- 図)では、およそ150m地点まで若干上り坂になっているが、実際は歩道路面整備によって下り坂となっていた.
- 7) 現時点では、電子気圧高度計を備えたハンディ型GPS受信機が利用できるだろう.

参考文献

- 若林芳樹 (1999): 『認知地図の空間分析』 地人書房, 318p.
- Pocock, D. (1978): The cognition of intra-urban

- distance: a summary. *Scottish Geographical Magazine*, **94**, 31-35.

Methods for the Spatial Cognition Analysis Using GIS and GPS

KANEKO Jun, MURAYAMA Yuji, MORIMOTO Takehiro,
KUBO Tomoko * and MARUYAMA Misako *

This study examines the analysis methods and data acquisition for distance, direction and altitude cognition in urban area utilizing GIS and GPS. The experimental survey illustrated that GIS and GPS methods made it possible to acquire the quantitative data quickly and effectively in comparison to the existing qualitative analysis. The distance cognition by each experimental subject indicated the tendency to estimate the actual distance exactly in first and last sections and to be underestimated in middle sections. Next, it was found that the existence of landmark to an objective direction and the natural condition affected the direction cognition. The altitude experiment demonstrated the visual elements on the route had an impact on the accurate estimation of difference of elevation.

Key words: GIS (Geographical Information System), GPS (Global Positioning System), spatial cognition, field survey

* Graduate student, doctoral program of life and environmental sciences